

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 714 567

②1 N° d'enregistrement national :

93 15739

⑤1 Int Cl⁸ : H 05 K 3/42

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 28.12.93.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : 30.06.95 Bulletin 95/26.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : *Société dite: THOMSON HYBRIDES*
— FR.

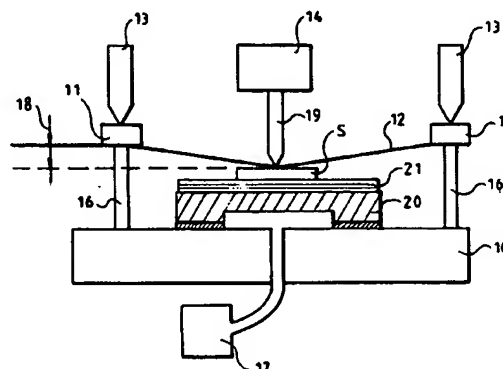
⑦2 Inventeur(s) : *Goujard Dominique — Thomson-CSF*
SCPI et Sarti Marc — Thomson-CSF SCPI.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire : *Brykman Georges Thomson-CSF SCPI.*

⑤4 Procédé de bouchage de trous métallisés de circuits de connexion.

⑤7 Procédé de remplissage de trous métallisés présents
dans l'épaisseur d'un substrat (S) isolant comportant une
face supérieure et une face inférieure, le procédé consis-
tant à remplir les trous au moyen d'une encre isolante,
comportant un diélectrique et un liant temporaire, déposée
par sérigraphie au travers d'un écran 12 comportant des
ouvertures laissant passer l'encre aux endroits des trous la
face inférieure du substrat reposant sur un filtre (21) lais-
sant passer ou absorbant le liant temporaire de l'encre et
retenant le diélectrique.



FR 2 714 567 - A1



L'invention se situe dans le domaine des circuits électroniques de connexions en particulier dans le domaine des circuits hybrides. Elle est relative à un procédé de remplissage des trous métallisés.

5 On sait qu'un circuit électronique de connexion est constitué par un substrat isolant, sur lequel sont déposés des matériaux conducteurs constituant in fines ; des lignes. Les lignes assurent les interconnexions entre des composants fixés sur le circuit et entre le circuit et l'extérieur du circuit. Le substrat se présente sous forme d'une plaque généralement plane
10 dont l'épaisseur est faible par rapport aux dimensions constituant la surface. De tels circuits d'interconnexions peuvent être mono ou multicouches, ils peuvent être également simple face ou double face. Le circuit est dit multicouche par rapport à une face si les lignes conductrices d'interconnexions sont déposées sur l'une des faces selon plusieurs niveaux
15 superposés. Un niveau inférieur c'est à dire plus proche du substrat est séparé d'un niveau immédiatement supérieur, c'est à dire plus éloigné du substrat par une couche d'isolant. Dans les circuits hybrides qui constituent, sans s'y limiter, le domaine sur lequel l'invention a été réalisée et testée les niveaux successifs de lignes conductrices sont séparés par des couches
20 isolantes. Chaque couche isolante est constituée dans ce cas par plusieurs dépôts successifs d'une encre diélectrique qui se présente sous forme d'un liquide visqueux. Après chaque dépôt d'une couche le circuit subit une cuisson destinée à durcir l'encre qui vient d'être déposée. Des lignes conductrices sont ensuite déposées de façon connue sur la dernière couche
25 déposée. Lorsque ce dernier dépôt est fait, on peut recommencer si nécessaire un nouveau dépôt isolant.

Le circuit est dit double face si des dépôts de lignes conductrices sont effectués sur les deux faces du substrat isolant. Naturellement un circuit double face peut être monocouche sur une face et multicouche sur
30 l'autre, ou multicouche sur les deux faces. Chaque réseau de lignes conductrices déposé sur une face du substrat doit être connecté en un ou plusieurs points aux lignes conductrices de l'autre face du substrat. Cette connexion est réalisée par ce qu'on appelle des trous métallisés. Les trous métallisés sont des trous réalisés dans l'épaisseur du substrat. Les parois
35 de ce trou sont revêtues d'un dépôt conducteur, par exemple de l'or. C'est ce

dépôt conducteur qui assure les communications électriques entre les lignes conductrices se trouvant sur chaque face du substrat. Lorsque le circuit est double face des trous métallisés sont réalisés dans le substrat. L'invention se situe au niveau du mode de réalisation des trous métallisés creusés dans
5 le substrat.

Elle a pour objectif de maintenir la solidité mécanique du substrat malgré la présence affaiblissante de trous qui peuvent être nombreux. Elle a pour objectif d'améliorer la qualité de l'état de surface des couches successives d'isolant se trouvant sur l'une ou l'autre face du substrat. Elle a
10 également pour objectif d'assurer l'étanchéité du substrat en particulier aux gaz et aux colles conductrices utilisées pour fixer le circuit par exemple au fond d'un boîtier.

A toutes ces fins l'invention a pour objet un procédé de réalisation de trous métallisés traversant un substrat isolant comportant deux faces, une première et une seconde, les trous joignant la première face à la
15 seconde et comportant une surface latérale interne au substrat, un élément conducteur assurant une liaison électrique entre les deux faces, procédé caractérisé en ce que on remplit les trous au moyen d'un matériau diélectrique.

Il pouvait se faire dans les circuits électroniques de connexion connus que les trous métallisés du substrat soient remplis. Le matériau de remplissage était constitué de façon volontaire ou non par le métal, par exemple de l'or, assurant la métallisation du trou. Ce remplissage était non
20 seulement coûteux en raison du matériau employé mais il pouvait laisser subsister des vides, créant ainsi un manque d'étanchéité. Enfin en cas de rétreint de l'or au cours des cuissons successives, il pouvait y avoir décollement de l'or au niveau des parois du trou, ce qui provoquait une rupture de la continuité électrique.

Avec un diélectrique on peut obtenir des coefficients de dilatation
30 très voisins, voir identiques dans une bonne plage de température, à celui du substrat ce qui contribue à maintenir au substrat ses caractéristiques mécaniques d'une part, et, d'autre part contribue au maintien de la couche d'or lors des cuissons successives.

Dans un mode particulier de réalisation, le diélectrique est
35 introduit, par exemple, par sérigraphie sous forme d'une encre diélectrique

composée d'une poudre en matériau diélectrique en suspension dans un liant permanent, par exemple, du verre et dans un liant temporaire par exemple un solvant en utilisant un filtre choisi spécifiquement pour ses propriétés particulières. Dans ce mode de réalisation le choix du filtre est le point principal de l'invention. Dans ce mode de réalisation lorsque l'encre diélectrique est introduite dans les trous métallisés par sérigraphie, on place l'écran de sérigraphie sur la face supérieure du substrat, on dispose au moins à l'aplomb de chaque trou ou de façon plus commode sous la face inférieure entière du substrat un filtre qui a pour qualité d'absorber au moins une partie du solvant et de retenir le diélectrique. De préférence selon ce procédé on dispose sous le filtre un système d'aspiration qui aspire l'encre par en dessous tandis que la raclette de sérigraphie la pousse par au-dessus.

Le bouchage des trous par sérigraphie paraît simple au premier abord, mais si on réalise un dépôt en sérigraphie, le diélectrique ne pénètre quasiment pas dans les trous car il est trop visqueux, et le diamètre des trous est faible (moins de 400 microns).

Si on utilise un système d'aspiration, le diélectrique passe au travers du substrat et reste sur l'outillage d'aspiration.

Il fallait donc trouver un moyen de maintenir le diélectrique dans les trous, en éliminant les bulles d'air éventuelles et de remplir le trou au maximum. C'est pourquoi, l'idée d'utiliser un filtre en plus du système d'aspiration est apparue.

Différents types de filtres ont été testés mais avant, une étude de la compatibilité chimique du filtre avec les solvants des encres de sérigraphie a été réalisée :

- 1) un filtre est dit compatible chimiquement avec un solvant s'il n'est pas modifié en présence de ce dernier ;
- 2) un filtre est dit incompatible chimiquement s'il est détruit ou modifié en présence du solvant.

Après avoir testé des filtres en TEFLON, en ACETATE DE CELLULOSE, et en NITRATE DE CELLULOSE, il a été constaté que le nitrate de cellulose gonflait en présence de TERPINEOL (solvant entrant dans la composition des encres diélectriques de sérigraphie). C'est ce

phénomène d'incompatibilité chimique qui est utilisé avantageusement dans ce mode de réalisation de l'invention.

En effet, le filtre en nitrate de cellulose avait la capacité d'absorber une partie des solvants des encres diélectriques, donc permettait
5 de remplir le trou avec un matériau plus dense.

Le deuxième point étudié est la porosité du filtre. Des porosités de 3 et 12 microns ont été étudiées pour le bouchage des trous métallisés.

En fait, plus la porosité est grande, plus le débit d'air passant à travers le filtre est important, et plus le diélectrique peut être aspiré.

10 La porosité convenant le mieux à nos encres diélectriques est de 8 microns ; elle permet d'empêcher le diélectrique de traverser le filtre. Le filtre joue son rôle pour retenir l'encre à l'intérieur des trous et absorbe une partie des solvants de par sa composition en nitrate de cellulose.

Le mode particulier de réalisation qui vient d'être décrit permet de
15 réaliser un bon remplissage simultané de l'ensemble des trous d'un substrat de façon industrielle en une seule opération.

Après cuisson le remplissage est affleurant à la face plaquée au filtre. Au niveau de la face plaquée contre l'écran de sérigraphie il peut subsister une très légère cavité. Cette cavité lorsqu'elle est perceptible est
20 cependant suffisamment faible pour se combler lors des dépôts successifs de couches de diélectrique.

L'intérêt de ce point ainsi que d'autres avantages de l'invention seront mieux compris à l'aide des commentaires et de la description d'un exemple particulier de réalisation qui sera effectué ci-après en référence aux
25 dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 représente schématiquement une coupe transversale d'un circuit hybride double face multicouche ;
- les figures 2 et 3 sont des schémas destinés à montrer l'intérêt du remplissage des trous métallisés du substrat ;
- 30 - la figure 4 est un schéma représentant l'outillage connu de dépôt par sérigraphie ;
- la figure 5 est un schéma faisant apercevoir les différences entre l'outillage connu pour sérigraphier et l'outillage utilisé pour réaliser le remplissage des trous métallisés du substrat selon le mode particulier de
35 réalisation décrit ;

- la figure 6 représente une coupe transversale d'une partie de substrat comportant un trou métallisé après remplissage selon l'invention mais avant cuisson ;

5 - la figure 7 représente un trou bouché selon le mode préféré de réalisation du procédé de l'invention après cuisson du substrat et pose des premières couches isolantes.

La figure 1 représente une coupe transversale d'un circuit hybride double face multicouche. Pour des raisons de clarté le dessin n'est pas à l'échelle, en particulier les proportions entre les épaisseurs des différentes couches ne sont pas respectées. Ce dessin est destiné à bien préciser à
10 quel genre de circuits s'adresse l'invention et où l'invention se situe dans ces circuits. Il s'agit dans cette réalisation particulière d'un circuit multicouches monté sur une plaquette en alumine. Ce genre de plaquettes est vendu dans le commerce sous dimensions normalisées. Les épaisseurs
15 sont de 0,36 ; 0,635 ; 1 ou 1,27 mm. Par découpe laser on réalise toutes les dimensions possibles jusqu'à 6,5 x 6,5 pouces. Cette plaquette substrat est désignée S sur la figure 1. Des trous métallisés 1 sont creusés dans ce substrat pour assurer la liaison électrique entre des lignes conductrices de la première face 2 et de la seconde face 3. Ces trous sont en général
20 creusés au laser et ont des diamètres d'environ 300 microns. Sur chacune des faces 2,3 de la plaquette sont déposées des lignes conductrices C1 pour une face C'1 pour l'autre, l'épaisseur de ces lignes est d'environ 10 μm . Ce premier niveau de ligne est lui-même recouvert d'une encre diélectrique formant une couche isolante D1, pour une face, D'1 pour l'autre, d'une
25 épaisseur de 45 μm environ, celle-ci est réalisée par 3 dépôts successifs de 15 μm d'épaisseurs ou 2 dépôts successifs de 22-23 μm d'épaisseur. Des vias 4 jouent pour chaque couche le rôle que jouent les trous métallisés 1 pour la plaquette d'alumine. Ils assurent les communications électriques inter niveau. De secondes lignes de conducteurs C2, C'2 sont déposées sur
30 les couches isolantes, elles-mêmes recouverte d'une couche D2, D'2 d'encre diélectrique isolante déposée de la même manière que les couches D1, D'1, et ainsi de suite jusqu'au dernier niveau qui dans l'exemple représenté figure 1 est constitué par une couche de lignes conductrices C6 du côté de la face 2 du substrat S et par une couche conductrice C'3 du côté de la face 3.

L'intérêt du bouchage des trous métallisés 1 du substrat S sera maintenant explicité en corrélation avec les figures 2 et 3.

Ces deux figures représentent chacune une coupe transversale d'une partie de substrat S comportant un trou métallisé 1. Les défauts dus à la présence de ce trou peuvent survenir lorsque ce trou n'est pas bouché ou comme représenté figure 2 et 3 est mal bouché. Ces défauts ont trait à la planéité du premier dépôt de la couche isolante D1. Lorsque la première couche isolante D1 est déposée au-dessus de la couche de lignes conductrices C1 (non représentée), l'encre diélectrique coule dans le trou et l'on a au niveau du trou un défaut de planéité. Si le défaut est important il se transmet de couche en couche. Le défaut peut être en creux comme représenté figure 2, ou se déformer après cuisson pour devenir un défaut en relief avec par exemple rupture locale de la couche comme représenté figure 3. De tels défauts peuvent engendrer des défauts de métallisation de portions de lignes conductrices passant à l'aplomb du trou sur l'une des autres couches isolantes, par exemple des coupures.

C'est pourquoi selon l'invention comme expliqué plus haut, il est prévu de boucher les trous. Ce bouchage pourrait s'effectuer par exemple au pinceau fin. Selon le mode préféré de réalisation ici décrit il est effectué par sérigraphie au moyen d'une encre diélectrique.

Comme expliqué plus haut ce bouchage n'est pas simple car si l'encre est trop fluide elle ne reste pas dans le trou et si l'encre est trop visqueuse elle n'y pénètre pas.

Dans le procédé préféré de réalisation de l'invention ici décrit on fait varier la viscosité de l'encre en cours de dépose au niveau du trou. Ceci est obtenu grâce à un filtre comme expliqué ci-après en rapport avec les figures 4 et 5.

La figure 4 représente un outillage connu de sérigraphie. Il comporte une table 10. Cette table supporte un bâti 16 de fixation d'un écran sérigraphique comportant un cadre 11 et une toile, par exemple métallique 12. Une plaquette d'un substrat S à sérigraphier est posée sur un outillage de positionnement et de maintien 15. Cet outillage est lui-même plaqué sur la table 10 par le vide créé par une pompe à vide 17. Des vis micrométriques 13 permettent de régler le hors contact 18 de la toile écran 12 au-dessus de la plaquette S. Une raclette 19, par exemple en caoutchouc dont la hauteur

est réglée par une vis micrométrique 14, permet d'appliquer sur la plaquette S, l'encre diélectrique posée sur la toile écran 12, à travers les mailles de la toile écran 12.

La figure 5 représente le même outillage modifié pour réaliser le
5 procédé selon l'invention.

L'outillage de positionnement et de maintien 15 est remplacé par un autre outillage de positionnement et de maintien 20. Ce dernier est réalisé en un matériau qui est poreux au moins à l'endroit où doit être positionnée la plaquette S. Un filtre 21 réalisé en un matériau retenant le
10 diélectrique de l'encre et laissant passer le liant temporaire, ou l'absorbant, est interposé entre la plaquette S et l'outillage 20.

Avec cet outillage lorsque la raclette 19 pousse une encre assez fluide dans un trou 1, l'encre est aspirée au moyen de la pompe 17 par l'intermédiaire de l'outillage 20 et du filtre 21 dans le trou 1. Le liant
15 temporaire, en général un solvant, passe ou est absorbé par le filtre 21. Le diélectrique et le liant permanent reste dans le trou. Le filtre employé qui a été jugé le plus avantageux est un filtre en nitrate de cellulose ayant une porosité de 8 μm . Ce filtre a été acheté chez SARTORIUS.

Les autres matériaux essayés, acétate de cellulose et téflon sont
20 utilisables également. Ils ont été écartés cependant, soit en raison de leurs prix, soit en raison de leurs moins bons résultats.

Le masque 12 utilisé comporte des ouvertures laissant passer l'encre, de dimensions supérieures au diamètre des trous à remplir. Dans le présent mode d'exécution les ouvertures étaient de dimension 1 mm x 1 mm
25 pour des trous de 300 μm . On remédie de la sorte aux défauts de positionnement ou aux erreurs due à la dilatation. L'opération de remplissage des trous peut être réalisée en une ou plusieurs fois en fonction de l'épaisseur du substrat S.

En fin d'opération de remplissage le trou métallisé se présente
30 sous la forme représentée figure 6. Cette figure représente une coupe transversale d'une partie de substrat, posé sur son filtre absorbant des liants temporaires 21. Le diélectrique 30 remplit le trou 1, une surépaisseur 31 est présente au-dessus du trou sur une surface de 1 mm x 1 mm correspondant à la dimension de l'ouverture de l'écran 12 (figure 5). Cette surépaisseur est
35 inférieure à 50 μm avant cuisson.

Au cours de la cuisson de la plaquette il y a rétreint du diélectrique et le trou métallisé se présente sous la forme représentée figure 7. La surépaisseur 31 présente une légère concavité au niveau du trou 1, de même sur la face inférieure 3 une légère concavité apparaît également. Lors
5 de la pose du premier dépôt de la couche D1 d'isolant, il sera utilisé un masque complémentaire du masque ayant servi au bouchage des trous. Il s'agit d'un masque 12 qui ne laisse pas passer l'encre au niveau des trous et la laisse passer ailleurs. De la sorte après pose du premier dépôt de la couche D1 on dispose d'une surface plane présentant la légère concavité
10 déjà mentionnée au niveau des surépaisseurs 31. Avec un masque non complémentaire le résultat serait aussi correct mais on l'atteindrait vers le troisième ou le quatrième dépôt de diélectrique. Comme représenté figure 7, pour les couches suivantes la concavité est suffisamment faible pour être comblée par ces couches. Au cours des essais réalisés la planéité était
15 parfaite dès le second dépôt et parfois au niveau du troisième dépôt seulement.

Au niveau de la face inférieure 3 le rétreint provoque une légère concavité qui comme représentée figure 7 est comblée dès la mise en place de la première couche diélectrique isolante D'1.

20 La parfaite planéité du circuit ainsi obtenu permet une augmentation du nombre de couches. Elle facilite le report en boîtier (face inférieure 3) et le collage ainsi que le câblage de puces en face supérieure 2. Il est préférable de changer les filtres 21 après chaque plaquette.

L'étanchéité d'un substrat réalisé selon ce procédé a été vérifié
25 en appliquant les méthodes de réalisation d'un cadre brasé sur le circuit hybride et la fermeture laser. Le fond du boîtier s'est avéré parfaitement étanche.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de réalisation de trous métallisés (1) traversant un substrat isolant (S) comportant deux faces (2, 3), une première (2) et une
5 seconde (3), les trous (1) joignant la première face (2) à la seconde et comportant une surface latérale interne au substrat, cette surface latérale étant pourvue au moins partiellement d'un revêtement conducteur assurant une liaison électrique entre les deux faces (2, 3), procédé caractérisé en ce que on remplit les trous (1) au moyen d'un matériau (30) diélectrique.
- 10 2. Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que le diélectrique (30) de remplissage a un coefficient de dilatation voisin de celui du substrat (S).
- 15 3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le matériau (30) utilisé pour le remplissage des trous métallisés est une encre diélectrique, comportant un diélectrique et un solvant, introduite dans le trou par sérigraphie au travers d'un écran (12) de sérigraphie comportant des ouvertures laissant passer l'encre au niveau des trous (1) à combler.
- 20 4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'écran de sérigraphie (12) étant appliqué contre l'une des faces (2) du substrat (S) on applique sur l'autre face (3) un filtre (21) ayant la propriété de laisser passer ou d'absorber le solvant de l'encre et de retenir le diélectrique.
- 25 5. Procédé selon la revendication 4 caractérisé en ce qu'on dispose sous le filtre (21) un ensemble d'aspiration (20, 17).
- 30 6. Procédé selon la revendication 5 caractérisé en ce que l'ensemble d'aspiration (20, 17) comporte un outillage d'aspiration (20) réalisé en un matériau poreux.
- 35 7. 9. Procédé selon l'une des revendications 4 à 6 caractérisé en ce que le matériau du filtre (21) est du nitrate de cellulose.

8. Procédé selon l'une des revendications 4 à 6 caractérisé en ce que le matériau du filtre (21) est du téflon.

9. Procédé selon l'une des revendications 4 à 6 caractérisé en ce
5 que le matériau du filtre (21) est de l'acétate de cellulose.

10. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que le filtre (21) a une porosité de 3 à 12 μm .

10 11. Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que le filtre (21) a une porosité de 8 μm .

12. Procédé selon l'une des revendications 6 à 11, caractérisé en ce que l'outillage d'aspiration (20) est réalisé en un matériau fritté.

15 13. Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce que le matériau fritté est du bronze.

14. Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce que le
20 matériau fritté est de l'acier inoxydable.

15. Procédé de remplissage de trous métallisés (1) présents dans l'épaisseur d'un substrat (S) isolant comportant une face supérieure (2) et une face inférieure (3) le procédé consistant à remplir les trous au moyen
25 d'une encre isolante, comportant un diélectrique et un liant temporaire, déposée par sérigraphie au travers d'un écran 12 comportant des ouvertures laissant passer l'encre aux endroits des trous (1) la face inférieure (3) du substrat reposant sur un filtre (21) laissant passer ou absorbant le liant temporaire de l'encre et retenant le diélectrique.

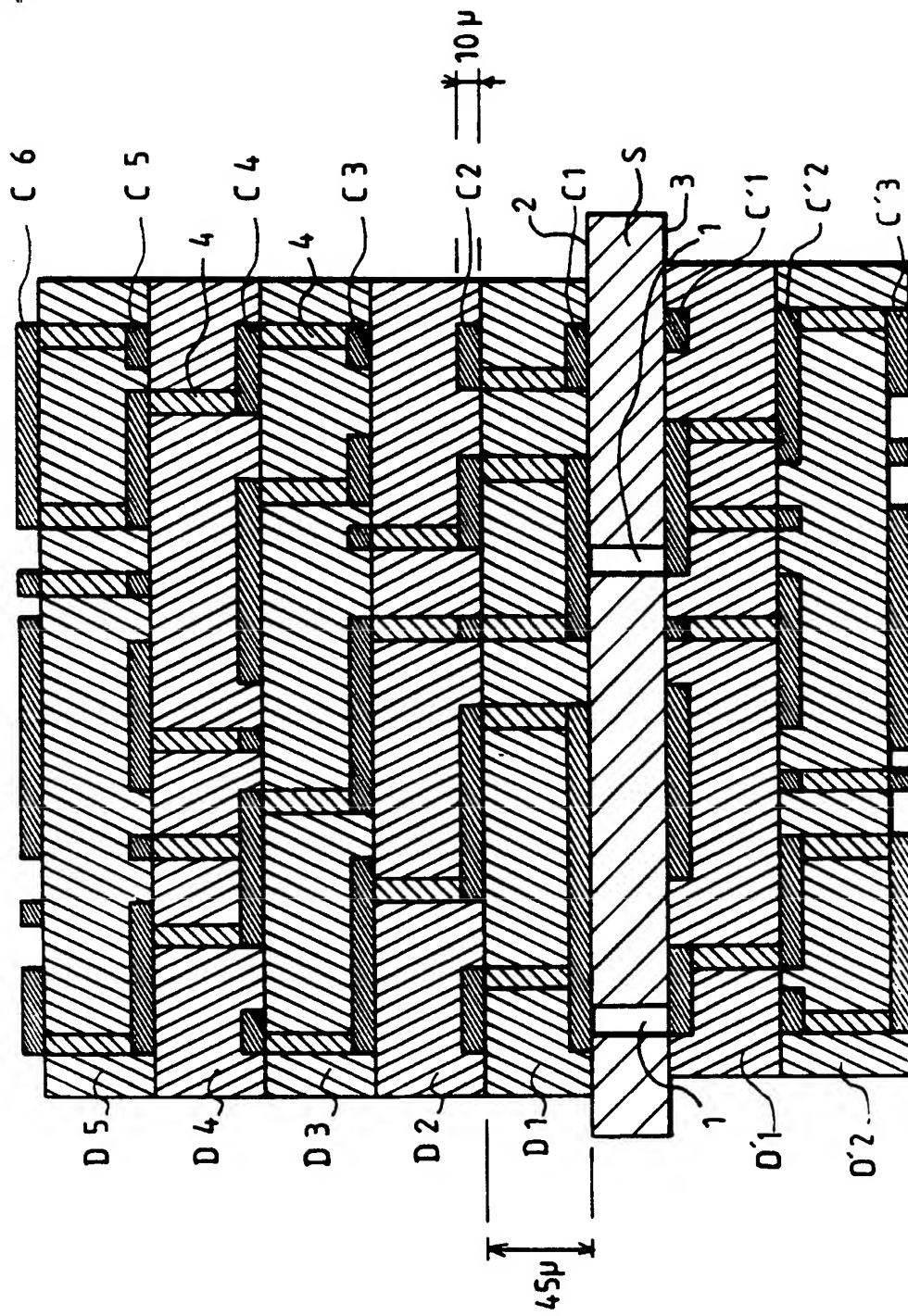


FIG.1

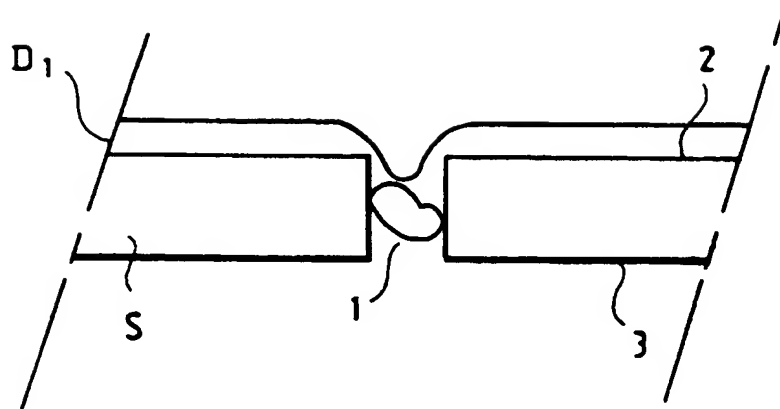


FIG. 2

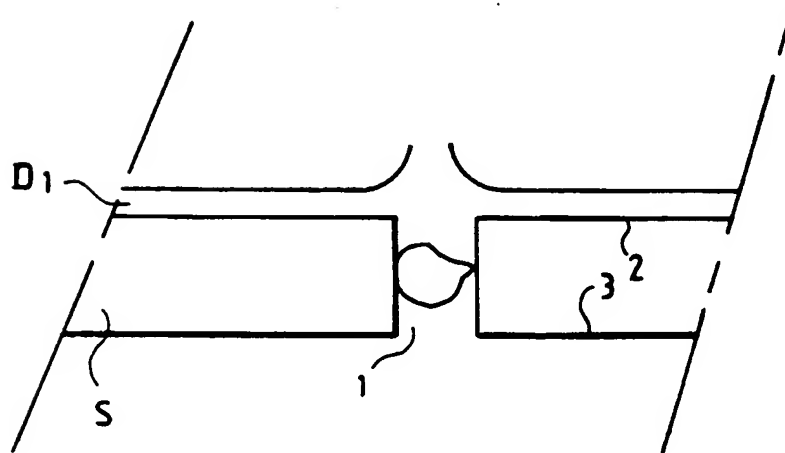
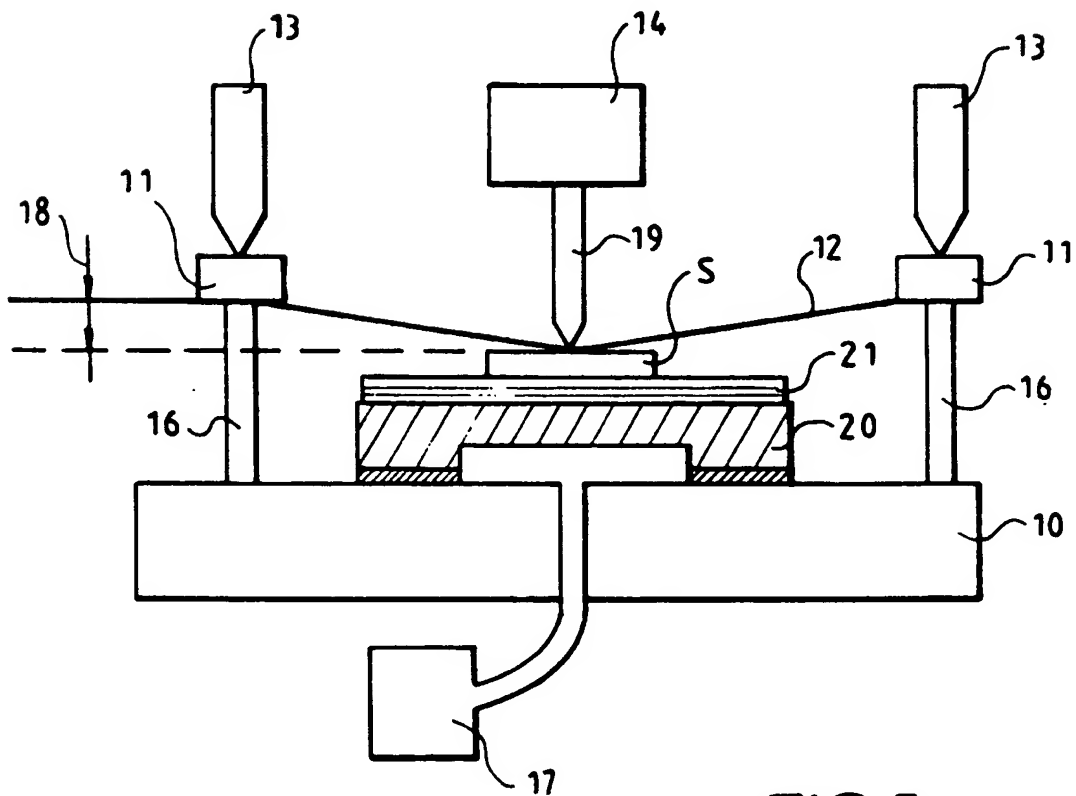
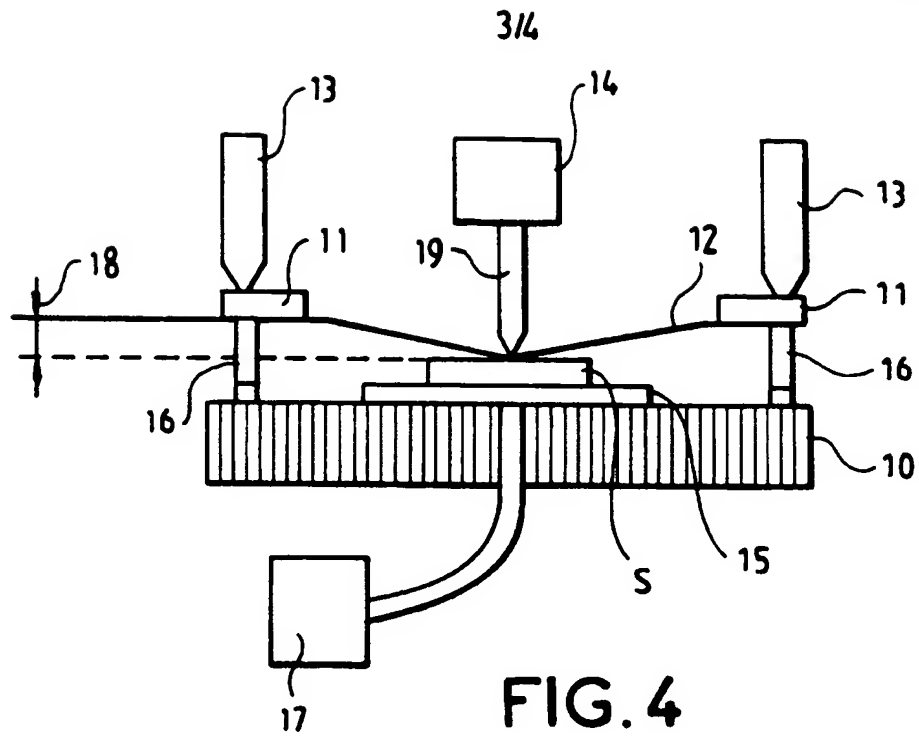


FIG. 3



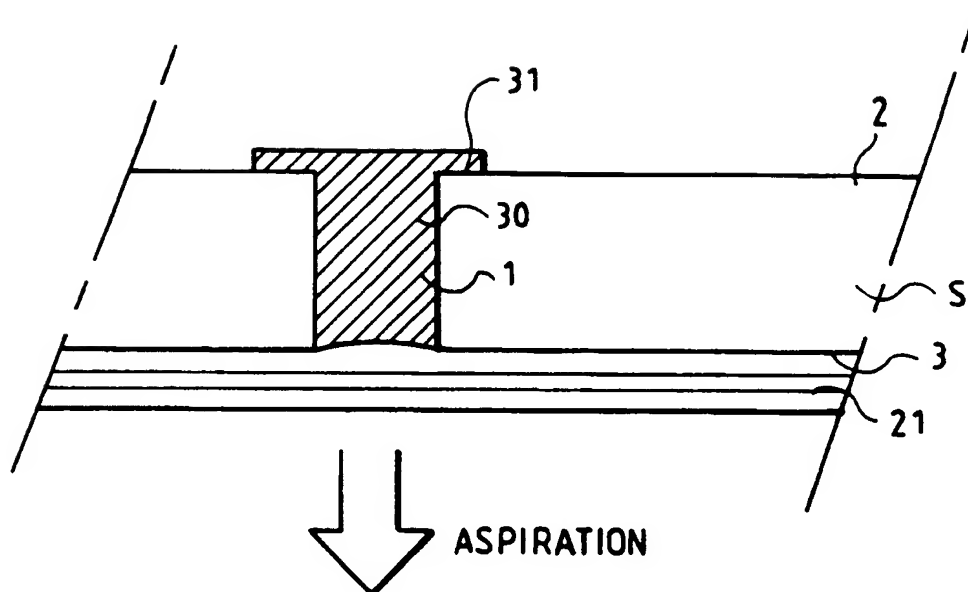


FIG. 6

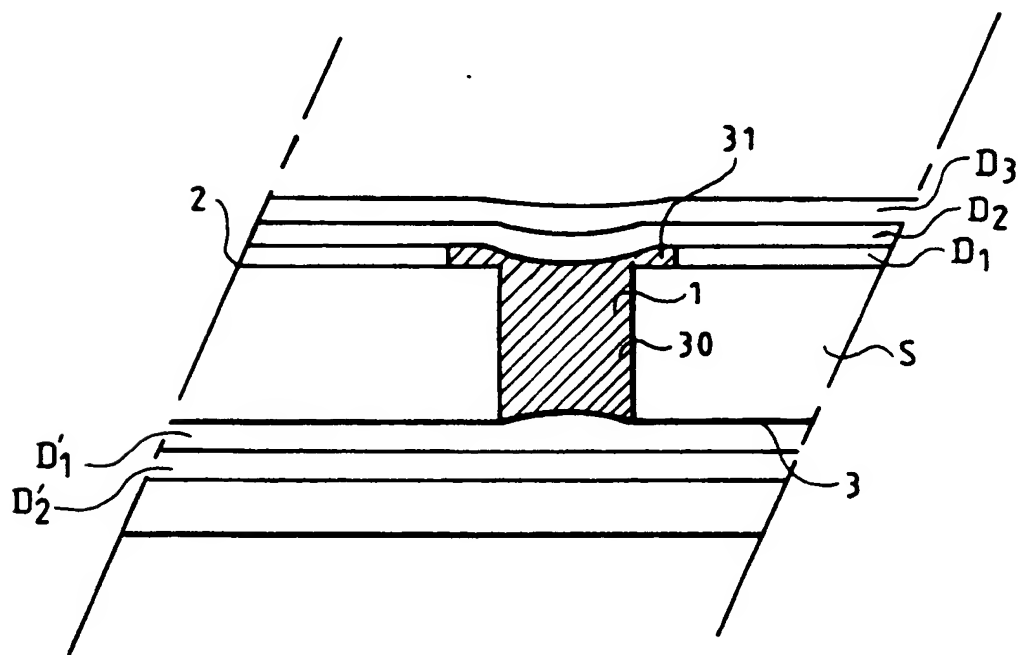


FIG. 7

RAPPORT DE RECHERCHE
PRELIMINAIREétabli sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

2714567

N° d'enregistrement
nationalFA 494637
FR 9315739

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	EP-A-0 379 686 (NIPPON CMK CORPORATION) * colonne 2, ligne 43 - colonne 3, ligne 3; figure 1 *	1,3
Y	---	4-6,12
Y	EP-A-0 555 669 (RHEINMETALL GMBH) * le document en entier *	4-6,12
X	US-A-3 953 664 (TSUNASHIMA) * figures 1,2 *	1,2
A	WO-A-86 06243 (EIDENBERG) * page 4, dernier alinéa - page 6 * * figures *	3,5
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 15, no. 223 (E-1075) 7 Juin 1991 & JP-A-03 064 094 (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO) 19 Mars 1991 * abrégé *	4-6
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. CL.5)
		H05K B41F H01L
Date d'achèvement de la recherche		Examinateur
24 Août 1994		Mes, L
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'un motif une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons</p> <p>Δ : membre de la même famille, document correspondant</p>		